

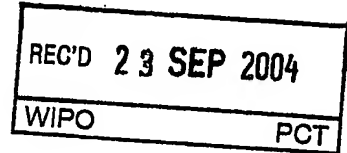
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP200 4 / 0 5 1 6 6 2

06.09.07

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 35 335.6

Anmeldetag: 01. August 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
80333 München/DE

Bezeichnung: Verfahren für ein Inter-Domain Mehrwege-Routing

IPC: H 04 L 12/46

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 02. September 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stark

Beschreibung

Verfahren für ein Inter-Domain Mehrwege-Routing

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren für ein optimiertes Inter-Domain Routing zwischen paketerorientierten Netzen und ein Verfahren zur Bestimmung von Wegen für ein Mehrwegerouting in einem paketerorientiertem Netz, welches die Verteilung von Paketen auf mehrere verschiedene paketerorientierte Netze verbindende Links beinhaltet.

10 Eine der derzeit wohl wichtigsten Entwicklungen auf dem Gebiet der Netze ist die Verbesserung paketerorientierter Netze im Hinblick auf Funktionen für das Routing von Echtzeit-Verkehr, wie Sprachverkehr oder Videoübertragungen.

15 Die meisten Protokollstapel für das Routing von Datenpaketen verwenden auf der sogenannten Netzwerkschicht das Internet Protokoll, in der Fachliteratur meist abgekürzt mit IP Protokoll. Das IP Protokoll erlaubt eine Vermittlung von Daten über verschiedene, evtl. technisch unterschiedliche Netze. Das IP Protokoll auf der Netzwerkschicht stellt Informationen für das Routing zur Verfügung, welche von sämtlichen bei dem Routing beteiligten Netzen interpretiert werden können. Die wichtigsten derartigen Informationen sind Adressinformationen.

20 Einzelne Netze mit einer einheitlichen Routing-Technologie werden im Rahmen des IP Konzeptes auch als Routing Domänen (engl. routing domains), autonome Systeme (engl. Autonomous system), Subnetze oder Teilnetz bezeichnet. Im Folgenden wird der Begriff Netz so verwendet, dass er ein Netz bezeichnet, innerhalb welchen einheitliche Routing Mechanismen zur Anwendung kommen, und nicht einen Netzverbund.

30 In der Regel wird ein Netz durch einen Netzbetreiber organisiert, welcher gewisse Freiheiten bzgl. der verwendeten Rou-

ting-Mechanismen hat. Innerhalb von IP Netzen wird üblicherweise das OPSP (open shortest path first) Protokoll für das Routing verwendet. Das OSPF Protokoll ist ein sogenanntes linked state protocol, bei dem durch Austausch von Topologie-
5 Informationen zwischen den Routern bzw. Knoten eine Einrichtung bzw. Anpassung von Routing-Tabellen im Sinne eines optimalen Routings erfolgt.

10 Für das Routing innerhalb paketorientierter Netze gibt es auf die herkömmlichen Protokoll aufsetzende Methoden für ein verbessertes Routing im Hinblick auf die Einhaltung von Dienstgütemerkmalen, welche für Echtzeitverkehr essentiell sind.

15 Ein Ansatz ist durch das sogenannte MPLS (multiprotocol label switching) Verfahren gegeben. Im Rahmen dieses Verfahrens werden Wege durch das Netz festgelegt. Nach Maßgabe des Ziels, zu welchem Verkehr geleitet werden soll, bzw. nach Maßgabe der in den Paketen enthaltenen Adressinformationen wird der Weg durch das Netz spezifiziert und die entsprechenden
20 Pakete durch Labels bzw. Informationsfelder gekennzeichnet. Die Labels bestimmen dann das Routing auf einen Weg durch das Netz. Eine Weiterentwicklung des MPLS Konzeptes ist durch Mehrwegerouting gegeben, im Rahmen dessen Verkehr über mehrere MPLS Wege zu einem Randknoten des Netzes übertragen
25 werden (MPLS Multi-Path). Ein weiteres Konzept, das ECMP (equal cost multipath) Verfahren, ist durch die Verteilung von Verkehr auf im Sinne einer Metrik bzw. Kostenfunktion äquivalente Wege gegeben.

30 Ein weiterer Ansatz zur Verbesserung des Routings innerhalb eines Netzes (intra-domain Routing) wird im Rahmen des KING (Key Components for the mobile Internet of Next Generation) Projekts entwickelt. Ziel dieses Konzeptes ist es, die Komplexität des MPLS Verfahrens zu vermeiden und trotzdem Routing unter Einhaltung von Dienstgütemerkmalen zuzulassen. Bei
35 dem MPLS müssen netzweit Zustände definiert bzw. gehalten werden. Das Routing bzw. bei MPLS Mehrwegerouting die Vertei-

lung von Paketen wird beim Netzeintritt festgelegt. Informationen über die verwendeten Wege und deren Auslastungen müssen zentral gehalten und ausgewertet werden, um eine Bandbreitennutzung im Sinne der Gewährleistung von Dienstgütemerkmalen zu ermöglichen. Bei dem KING Projekt werden die zentral bzw. am Rand des Netzes benötigte Informationen stark reduziert, indem die Lokalität der Routingentscheidungen wie beim herkömmlichen IP Netz in wesentliche Zügen beibehalten werden. Entscheidende Punkte des Konzeptes sind:

- Verkehrskontrollen am Netzeingang und Netzausgang
- Übertragung von Verkehr von einem Eingangspunkt zu einem Ausgangspunkt entlang mehrerer Wege (Mehrwegerouting)
- Verteilung auf verschiedene Wege und Umverteilung bei Störungen durch lokale Routingentscheidungen

Die Idee hinter dem Konzept ist, dass an den Netzgrenzen nur die aggregierten Verkehrsvolumina kontrolliert werden. Die Verteilung innerhalb des Netzes wird durch geeignete lokalen Maßnahmen im Sinne einer Vermeidung von Engpässen gewährleistet.

Für eine effiziente globale Datenübertragung ist neben einem optimierten Routing innerhalb der beteiligten Netze das Routing zwischen den Netzen entscheidend. Derzeit werden zwischen IP Netzen mittels den BGP (border gateway protocols) Daten übertragen (inter-domain routing). Bei dem BGP Protokoll tauschen das Randknoten benachbarter Netze Erreichbarkeitsdaten zu anderen bekannten Netzen aus. In der Regel umfassen diese Informationen Vektoren der Kennungen von zu durchlaufenden Netzen zu einem Zielnetz. Die Randknoten ermitteln mit Hilfe dieser Daten alle zulässigen Wege zu anderen Netzen und vergleichen diese miteinander. Nach vorgegebenen Kriterien, z.B. Minimalzahl durchlaufener netze, werden bevorzugte Wege ausgesucht.

Das Routing zwischen den Netzen stellt eine sensitive Stelle bei der Beförderung von Verkehr dar:

- Die Verbindung zwischen zwei Netzen ist eine potentielle Engstelle, auf der in der Regel keine adäquate Bandbreitenkontrolle vorgesehen ist. Da verschiedene Netze meist von verschiedenen unabhängigen Unternehmen betrieben werden, werden im Allgemeinen die Topologieinformationen nicht vollständig ausgetauscht und Mechanismen, die innerhalb von Netzen für eine Verkehrskontrolle angewandt werden, stehen in der Regel nicht zur Verfügung.
- Die Verbindung von zwei Netzen stellt einen kritischen Punkt bzgl. Störungen und Ausfällen von Netzelementen dar. Das BGP Protokoll sieht bei Ausfällen die Propagation angepasster Topologieinformationen zu den einzelnen Netzen für eine Neuberechnung des Inter-Domain Routings vor. Dieses Verfahren konvergiert häufig schlecht und ist auf jeden Fall zu langsam für eine Vermeidung der Beeinträchtigung der Übertragung von Echtzeitverkehr.

Die Übertragung von Paketen zwischen Netzen bzw. Domänen erfolgt durch Router, welche ein BGP (border gateway Protocol) unterstützen. Die Pakete werden von einer BGP Instanz bzw. BGP Router zu einer BGP Instanz in einem anderen Netz übertragen. Im Folgenden wird der Begriff Randknoten für Router bzw. Knoten verwendet, welche mit Knoten in anderen Netzen kommunizieren können. Randknoten unterstützen dann im Allgemeinen auch ein BGP Protokoll. (BGP Protokoll ist sowohl eine generische Bezeichnung als auch ein Protokollname).

Die Erfindung hat zur Aufgabe, Verfahren anzugeben, welche zu einem optimierten Routing zwischen paketorientierten Netzen (Inter-domain routing) beitragen.

Die Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Die Erfindung beruht darauf, dass Mehrwegeroutingmethoden auf den Bereich zwischen Netzen (Inter-domain Routing) ausgedehnt werden. Zu diesem Zweck werden von einem paketorientiertem

Netz zu einem Ziel gesendete Pakete auf mehrere von dem Netz wegführenden Links (z.B. 2) verteilt.

5 Es können herkömmlicher Mehrwegeverfahren, wie z.B. MPLS Multi-Path oder das KING Konzept, für die Erweiterung des Mehrwegeroutings auf inter-domain Links (d.h. Netze verbindende Links) auf den Zwischennetzbereich zwischen paketerientierten Netzen folgendermaßen ausgedehnt werden: Die herkömmlichen Verfahren definieren in der Regel Alternativpfade zwischen 10 einem Anfangspunkt und einem Endpunkt (üblicherweise ein Eingangs- bzw. Ausgangsrouter des Netzes). Erfindungsgemäß kann ein Rangknoten eines benachbarten Netzes, zu dem zwei oder mehr Links führen, als Endpunkt für die Mehrwegebestimmung verwendet werden. Auf diese Weise werden mehrere das Netz mit 15 dem Nachbarnetz verbindende Links in die Bestimmung alternativer Wege einbezogen, d.h. eine Verteilung von Verkehr über mehrere Inter-domain Links kann vorgenommen werden.

20 Zur Festlegung der Pfade und/oder der Verteilungsgewichte können alternativ auch mehrere benachbarte Randrouter von Netzen, über welche das Ziel erreicht werden kann, zu einem virtuellen Endpunkt zusammengefasst werden bzw. als ein virtueller Knoten betrachtet werden. Die Festlegung alternativer Wege findet dann zwischen einem Knoten des Netzes und diesem virtuellem Endpunkt statt. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass Verkehr zu verschiedenen Randrouter eines oder mehrerer benachbarter Netze verteilt werden kann, wodurch die Auswirkungen von Störungen durch Ausfall eines Routers verringert wird.

30 Mittels der herkömmlichen Verfahren, wie MPLS Multi-Path oder Mehrwegerouting im Rahmen des KING Konzepts, können verschiedene Wege festgelegt werden, welche sich von einem Anfangspunkt innerhalb des Netzes zu dem (virtuellen) Endpunkt außerhalb des Netzes erstrecken, wodurch ein inter-domain Mehrwegerouting zwischen dem Netz des Anfangspunkts und dem Netz 35 bzw. den Netzen, in denen die den virtuellen Endpunkt konsti-

tuierenden Randknoten liegen, festgelegt wird. Dabei ist möglich, entlang einer Strecke das erfindungsgemäßen Verfahren bei mehreren Netzen anzuwenden und so ein Mehrwegerouting entlang dieser mehrere Netze umfassenden Strecke zu ermöglichen, wobei die einzelnen Netze unterschiedliche Mehrwegeroutingverfahren (z.B. MPLS Multi-Path, KING, ECMP) unterstützen können.

Entsprechend einer Weiterbildung sind mehrere Randknoten des Netzes gegeben, durch welche zu dem Ziel zu sendender Verkehr über Links zu anderen Netzen übertragen wird. Die zu dem Ziel gesendeten Pakete können dann auf die Randknoten verteilt werden.

Durch die Verteilung des Verkehrs auf mehrere Wege wird eine Überlastung der Inter-Domain-Verbindungen sowie der angrenzenden Router vermindert sowie die Verfügbarkeit von Ende-zu-Ende Verbindungen erhöht.

Das hier vorgestellte erweiterte Multi-Path Konzept hat diverse Vorteile:

A) Verringerung der Überlast von Border-Routern bzw. Randknoten und Intra-Domain Verbindungen (d.h. Verbindungen von verschiedenen Netzen)

Das hier vorgestellte erweiterte Multi-Path Konzept ermöglicht die gleichmäßige Aufteilung des Verkehrs im gesamten Netz und über die Domänengrenzen hinaus. Überlast von einzelnen Verbindungen sowie der an die Domänen angrenzenden Komponenten (Inter-Domain Verbindungen sowie Border-Router) können dadurch verringert oder vermieden werden.

B) Erhebliche Beschleunigung der Konvergenzzeit bei Border-Gateway (z.B. Boder-Router oder Randknoten) Ausfällen.

Bei Verwendung herkömmlicher Konzepte muss bei Ausfall eines Border-Routers oder dessen Intra-Domain Verbindung ein anderer Border-Router zur Aufrechterhaltung des Verkehrsflusses genutzt werden. Die Routing Tabellen des autonomen Systems müssen an die neue Route angepasst werden. Während der Rekonfiguration der Routing-Tabellen können im Netz Routing-Schleifen entstehen. Pakete werden durch häufige Änderungen der Routing-Tabellen verzögert, auf längere Wege umgeleitet, die Reihenfolge der Pakete wird vertauscht oder Pakete gehen gar verloren.

Mit Hilfe des vorgeschlagenen Konzeptes ist keine globale Rekonfiguration (z.B. BGP gefolgt von OSPF Re-routing) nötig. Bei der Detektierung des Ausfalles eines Border-Elementes reicht eine schnell durchführbare lokale Reaktion (z.B. Umverteilung des Verkehrs) zur Behebung des Fehlers aus. Die Pakete werden z.B. analog zum Intra-Domain Routing automatisch an die nächstgelegenen Border-Router weitergeleitet.

20 C) Reduzierung der Komplexität durch Verwendung von bekannten Konzepten

Für die Festlegung der Wege für Mehrwegerouting über die Netzgrenzen hinweg werden die Randknoten der angrenzenden Netze, über welche das Ziel erreichbar ist und über welche Verkehr zu dem Ziel geleitet werden soll, als ein virtueller Punkt zusammengefasst. Herkömmliche Verfahren zur Bestimmung von alternativen Wegen zwischen einem Anfangs- und Endpunkt können dann angewandt werden. Auf das Mehrwegerouting aufsetzende Routing-Mechanismen, z.B. zur Reaktion auf Fehler und Störungen, können ebenfalls eingesetzt werden. Durch die Verwendung von bekannten und getesteten Algorithmen und Protokollteilen von MPLS Multi-Path, ECMP oder KING wird die Kom-

plexität, der Implementierungsaufwand und die Fehleranfälligkeit des neuen Konzeptes des Inter-Domain Multi-Paths stark reduziert.

- 5 Die Erfindung wird im Folgenden im Rahmen eines Ausführungsbeispiels anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: Illustration des Routings im Rahmen des KING Konzeptes

10 Fig. 2: Illustration des Routings im Rahmen des MPLS Konzeptes

Fig. 3: Dual Homing Konzept

Fig. 4: Redundantes Dual Homing Konzept

15

Fig. 5: Anbindung einer Zieldomäne durch verschiedene Transitdomänen

20 Fig. 6: Aufteilung des Verkehrs und erneute Aggregation an einem Randrouter am Beispiel des MPLS Multipath Konzeptes

Fig. 7: Auswahl geeigneter Randknoten als Gateways für die Zieldomäne

25 Fig. 8: Zusammenfassung der Gateways aus Fig. 7 zu einem virtuellen Router

30 Fig. 9: Darstellung der Einbeziehung eines virtuellen Routers in bekannte Intra-Domain Routing Konzepte im Falle des MPLS Multi-Path Konzeptes

Fig. 10: Konfiguration der durchlaufenen Router des Netzes auf der Basis bekannter Routing Konzepte

Fig. 1 bis Fig. 6 dienen der Illustration des Standes der Technik und der dabei auftretenden Schwierigkeiten.

- 5 Neuere Versionen und Entwicklungen der Inter-Domain Routing Protokolle wie OSPF erlauben es, den Verkehr gleichzeitig auf mehrere alternative Wege innerhalb einer Domäne zu verteilen. Dies ist exemplarisch für das KING Konzept in Fig. 1 und für das MPLS Konzept in Fig. 2 dargestellt.

10

Im Rahmen des KING Konzeptes (Fig. 1) erfolgt eine Aufteilung des Verkehrs lokal bei jedem Router auf sogenannte Verteilungsfächer, d.h. alternative von dem jeweiligen Knoten zu einem Ziel abgehende Links. Die in Fig. 1 eingezeichneten Pfeile legen dabei die Verteilungsfächer fest. Exemplarisch sind Aufteilungsverhältnisse angegeben.

15

Demgegenüber findet beim MPLS Konzept (Fig. 2) die Aufteilung am Eingangsknoten statt. Der Verkehr wird auf zwei alternative (MPLS) Wege verteilt. Ein mögliches Aufteilungsverhältnis ist wiederum angegeben.

20

Zum Schutz vor dem Ausfall einer Verbindung zwischen zwei angrenzenden autonomen Systemen, werden sogenannte "Dual Homing" Konzepte verwendet. Unter Dual Homing versteht man das Nutzen von einer zwei oder mehreren möglichen Verbindungen zwischen autonomen Systemen (Fig. 3). Bei kreuzweise ausgeführten Verbindungen spricht man auch von redundantem Dual Homing (Fig. 4).

25

30

Bei stark vermaschten Netzen besteht die Möglichkeit, Ziel-Netze bzw. Ziel-Domänen auch über verschiedene Transit-Netze zu erreichen (Fig. 5). Selbst bei Ausfall der Routingfunktio-

nen eines Transit-Netzes ist ein Ziel-Netz dadurch noch erreichbar, wodurch teure und komplexe Redundanzaufbauten von Randknoten bzw. Border-Routern verhindert werden können. Herkömmlich wird ein Weg verwendet. Der zweite in der Fig. 5 gezeigte Weg wird beispielsweise als Ersatzweg gespeichert und bei einem gemeldeten Ausfall des ersten Wegs in Betrieb genommen.

Bei den bestehenden Konzepten wie MPLS Multi-Path (Fig. 2) und dem KING Konzept (Fig. 1) wird der Verkehr innerhalb eines Netzes auf mehrere Wege aufgeteilt und am ausgewählten Randknoten bzw. Border-Gateway Router wieder aggregiert.

Mögliche Überlastungen der Verbindungen zwischen den Netzen (Inter-Domain Verbindung) sowie der verwendeten Randknoten vermindern erheblich den Durchsatz des Netzes in Richtung einer entfernten Zieladresse sowie dessen Verfügbarkeit. In Fig. 6 ist für zwei MPLS Netze mit Multi-Path Routing dargestellt, dass zwischen den Netzen eine potentielle Eng- bzw. Schwachstelle existiert. Es besteht die Gefahr einer Überlastung der Zwischennetzverbindung.

Erfindungsgemäß wird die Idee der gleichzeitigen Verwendung von mehreren Pfaden (Multi-Path) über die Netzgrenzen bzw. Domänengrenzen hinaus erweitert.

Der Verkehr verlässt das autonome System falls möglich auf mehreren alternativen Links bzw. Wegen gleichzeitig. Die Anzahl der Links, auf welchen Verkehr zu einem oder mehreren Netzen zu einem Ziel weitergeleitet wird, kann zwei oder mehr betragen.

Das vorgeschlagene Konzept wird im Folgenden näher dargestellt:

Zur Berechnung der möglichen Pfade sowie der Verkehrsverteilungsgewichte werden die Randrouter bzw. Border-Gateway Router der angrenzenden Domänen, die zu einem Ziel führen, zu einem virtuellen Router zusammengefasst. Dies ist in Fig. 7 und 8 genauer dargestellt. Fig. 7 zeigt zwei Randknoten (Border Router), über welche auf verschiedenen Wegen von einer Quelle kommende Pakete zu einem Ziel weitergeleitet werden können. Für die Berechnung von Pfaden und Verteilungsgewichten innerhalb des Netzes wird die in Fig. 8 gezeigte Sichtweise verwendet. Die Randrouter benachbarter Netze, welche von den Randroutern des Netzes für die Übertragung zu dem Ziel erreichbar sind, werden als ein virtueller Router zusammengefasst. Dies hat Vorteile bei der Verwendung herkömmlicher Verfahren. Beide, das KING Konzept (Fig. 1) und das MPLS Konzept Multi-Path (Fig. 2) stellen Alternativwege zwischen einem Anfangspunkt und einem Endpunkt zur Verfügung. Herkömmlich sind Anfangs- und Endpunkt durch die bei dem Routing zu dem Ziel verwendeten Eingangsrouter und Ausgangsrouter des Netzes gegeben. Im Rahmen der Erfindung kann der Endpunkt für die Berechnung alternativer Wege über die Netzgrenze hinaus erweitert werden. Durch die Zusammenfassung der in anderen Netzen liegenden benachbarten Randknoten als ein virtueller Knoten können die herkömmlichen Konzepte (welche von einem Endpunkt ausgehen) ohne aufwändige Änderungen der Protokolle auf die erfindungsgemäße Situation mit Erweiterung des Mehrwegeroutings auf den Bereich zwischen den Netzen angewandt werden.

Dieser Sachverhalt ist in Fig. 9 näher dargestellt. Zwischen einer Quelle bzw. einem Anfangspunkt und einem durch den virtuellen Router gegebenen Endpunkt werden im Rahmen des MPLS Multi-Path Konzeptes verschiedene MPLS Wege und zugehörige

Verteilungsgewichte bzw. Aufteilungsverhältnisse festgelegt. D.h. die Einbeziehung der entstehenden virtuellen Router in die Intra-Domain Routing Konzepte ermöglicht die Verwendung der bekannten und erprobten Algorithmen und Verfahren.

5

Fig. 10 zeigt ein Fig. 9 entsprechendes Szenario nicht wie in Fig. 9 aus der Sicht der Festlegung von MPLS Pfaden, sondern aus der Sicht der Konfiguration der Randrouter (Border Router). Die beiden Randrouter werden so konfiguriert, dass der ankommende Verkehr zu dem Ziel auf die in Richtung Ziel abgehenden Links geschickt wird. In dem Beispiel von Fig. 10 sind zwei Wege von dem Netz zu dem Ziel über etwaige Transitnetze gegeben., auf welche der zu dem Ziel geleitete Verkehr verteilt wird. Auf beiden Wegen fallen jeweils zwei der vier in Fig. 9 dargestellten MPLS Pfade zusammen, was mit einer entsprechenden Akkumulierung des Verkehrs außerhalb des Netzes einhergeht. Die Konfiguration der einzelnen Router innerhalb des Netzes einschließlich der Randrouter kann entsprechend der herkömmlich verwendeten Verfahren für Intra-Domain Routing vorgenommen werden. Die einzelnen Randrouter sehen also keinen virtuellen Router, sondern die Randrouter der benachbarten Netze, zu denen Pakete nach Maßgabe der Routingtabellen weitergeleitet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren für ein verbessertes Inter-Domain Routing zwischen paketorientierten Netzen, demzufolge
5 zu einem außerhalb eines paketbasierten Netzes liegenden Ziel zu übertragender Verkehr von einem oder mehreren Randknoten des Netzes auf mehrere Inter-domain Links verteilt wird, wobei die Links das paketorientierte Netz mit einem oder mehreren anderen paketorientierten Netzen verbinden, über welche
10 der Verkehr zu dem Ziel geleitet wird.
2. Verfahren zur Bestimmung von alternativen Wegen für ein Mehrwegerouting in einem paketorientiertem Netz, welches die
15 Verteilung von Paketen auf mehrere verschiedene paketorientierte Netze verbindende Links beinhaltet, bei dem
- ein Berechnungsverfahren verwendet wird, durch das alternative Wege zwischen zwei Knoten des Netzes berechenbar sind, und
 - 20 - zur Berechnung von alternativen Wegen für das Routing zu einem Ziel das Berechnungsverfahren für einen Knoten des Netzes und einen Randknoten eines benachbarten Netzes, welcher über mehrere für das Routing zu dem Ziel verwendete und das Netz mit dem Nachbarnetz verbindende Links erreichbar ist,
 - 25 angewendet wird.
3. Verfahren zur Bestimmung von Wegen für ein Mehrwegerouting in einem paketorientiertem Netz, welches die Verteilung von Paketen auf mehrere verschiedene paketorientierte Netze verbindende Links beinhaltet, bei dem
30
- zur Berechnung der Wege für das Routing zu einem Ziel Randknoten anderer Netze, welche über mehrere für das Routing zu

dem Ziel verwendete Links erreichbar sind, zu einem einzigen virtuellen Knoten zusammengefasst werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

5 dadurch gekennzeichnet, dass

- zur Berechnung der Verteilungsgewicht für das Routing zu einem Ziel Randknoten anderer Netze, welche über mehrere für das Routing zu dem Ziel verwendete Links erreichbar sind, zu einem einzigen virtuellen Knoten zusammengefasst werden.

10

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

15 - für das Routing zu dem außerhalb des Netzes liegenden Ziel wenigstens zwei Randknoten des paketorientierten Netzes festgelegt werden, von welchen aus der Verkehr zu dem Ziel weiterübertragen werden kann, und

- beim Routing innerhalb des Netzes für zu dem Ziel zu übertragender Verkehr eine Aufteilung auf die festgelegten Randknoten vorgenommen wird.

20

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Aufteilung mittels Verteilung des Verkehrs auf mehrere Wege innerhalb des Netzes vorgenommen wird.

25

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

30 - die Aufteilung mittels Verkehrsverteilung auf verschiedene zu den Randknoten führenden MPLS (multiprotocol label switching) Pfade vorgenommen wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- bei einer die das paketorientierte Netz mit einem anderen paketorientierten Netz verbindenden Links betreffenden Störung, z.B. durch Ausfall eines Netzelementes oder Überlast, eine der Störung entgegenwirkende Umverteilung des Verkehrs
- 5 auf die Links vorgenommen wird.

Zusammenfassung

Verfahren für ein Inter-Domain Mehrwege-Routing

5 Die Erfindung betrifft Verfahren zur Erweiterung von Mehrwe-
gerouting über die Grenzen von paketerorientierten Netzen bzw.
autonomen Systemen hinaus. Dabei findet eine Verteilung von
Verkehr auf mehrere von einem paketerorientiertem Netz mit
Mehrwegerouting abgehende Links statt. Zur Festlegung von al-
10 ternativen zu benachbarten Netzen führenden Wegen können die
Randknoten benachbarter Netze, über die ein Ziel erreichbar
ist, als ein virtueller Endpunkt zusammengefasst werden. Die-
ser virtuelle Randknoten dient dann zur Festlegung von alter-
nativen Wegen zwischen einem Anfangspunkt und dem virtuellen
15 Endpunkt mittels herkömmlicher Verfahren, beispielsweise MPLS
Multi-Path. Pakete werden dann auf diese Wege verteilt, wo-
durch ebenfalls eine Verteilung jenseits der Netzgrenze be-
wirkt wird. Durch die Erfindung wird ein flexibleres, weniger
störanfälliges Inter-Domain Routing erreicht. Die Problem
20 durch die Verbindung zwischen verschiedenen Netzen eine
Engstelle zu haben wird entschärft. Zudem können aus dem
Intra-Domain Routing bekannte Konzepte zur Reaktion auf Stö-
rungen angewendet werden.

25 Fig. 9

200311427 Per

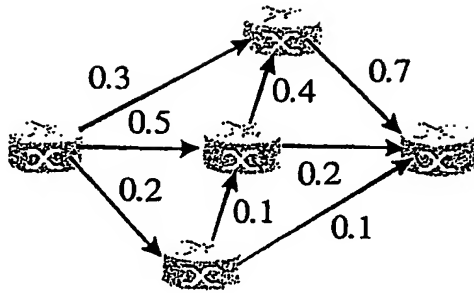


Fig. 1

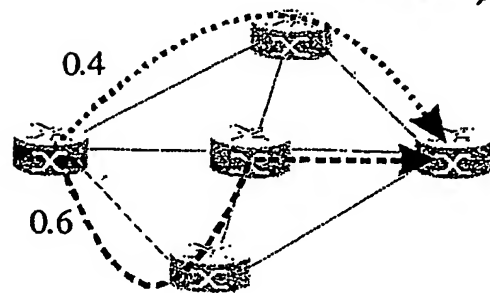


Fig. 2

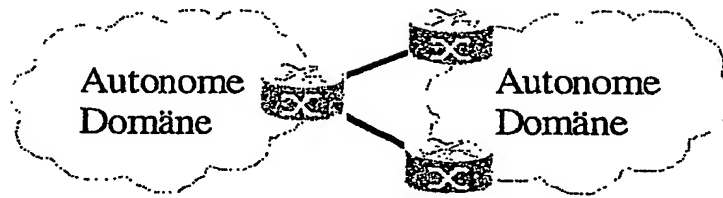


Fig. 3

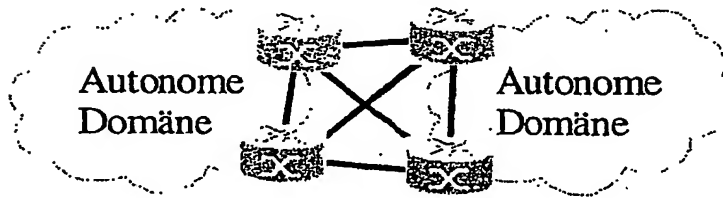


Fig. 4

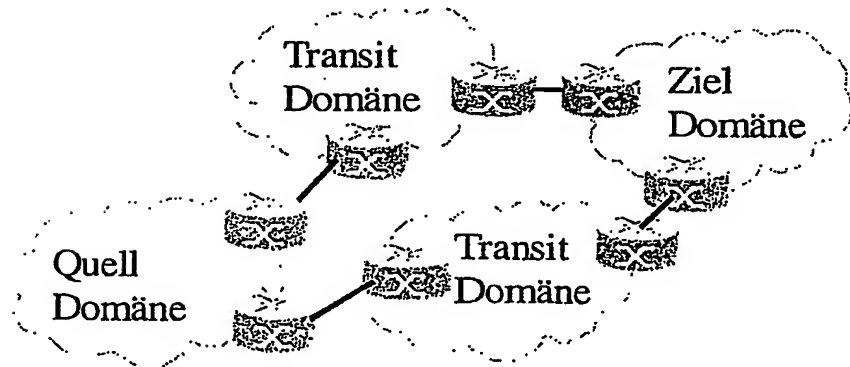


Fig. 5

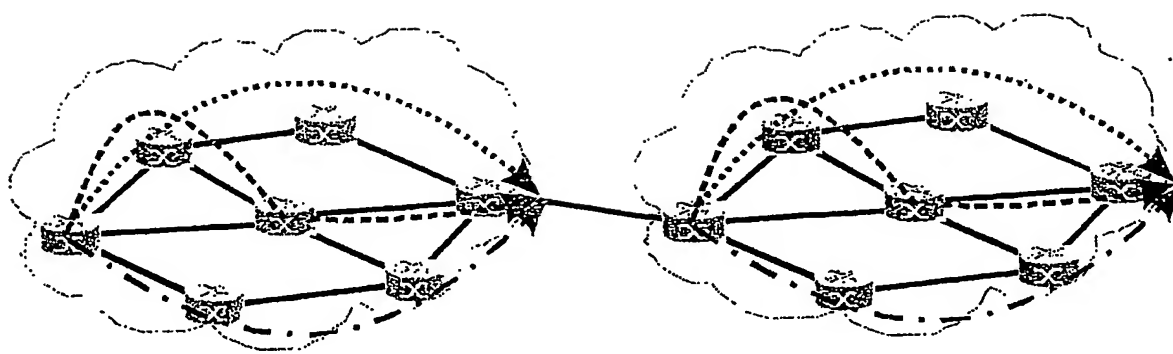


Fig. 6

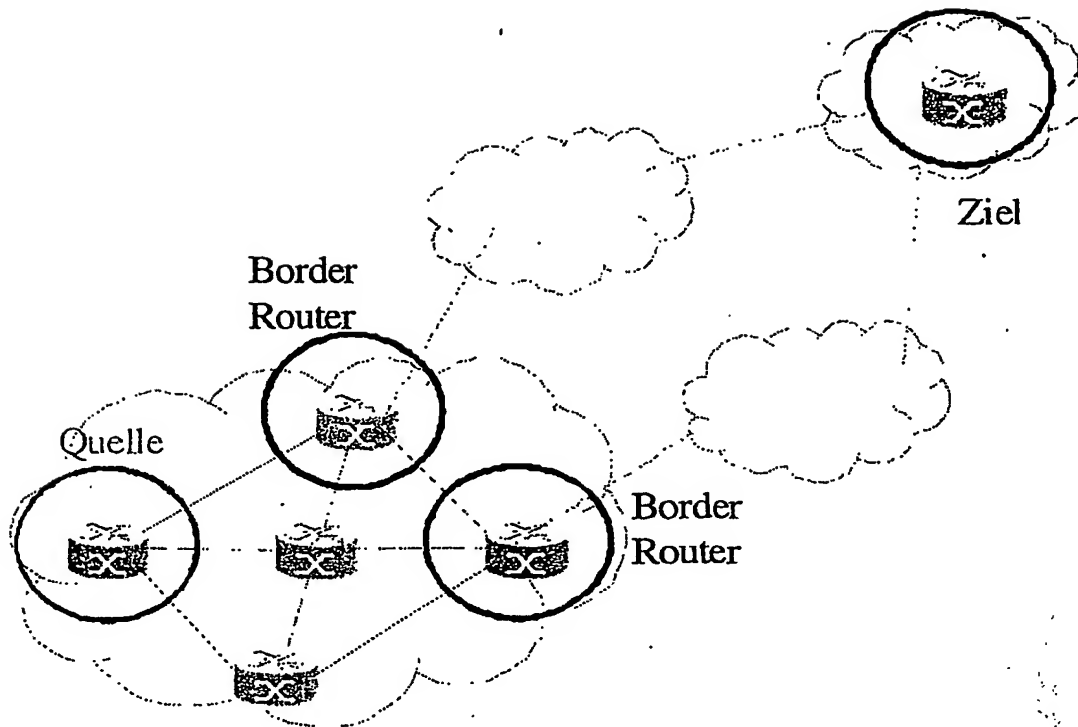


Fig. 7

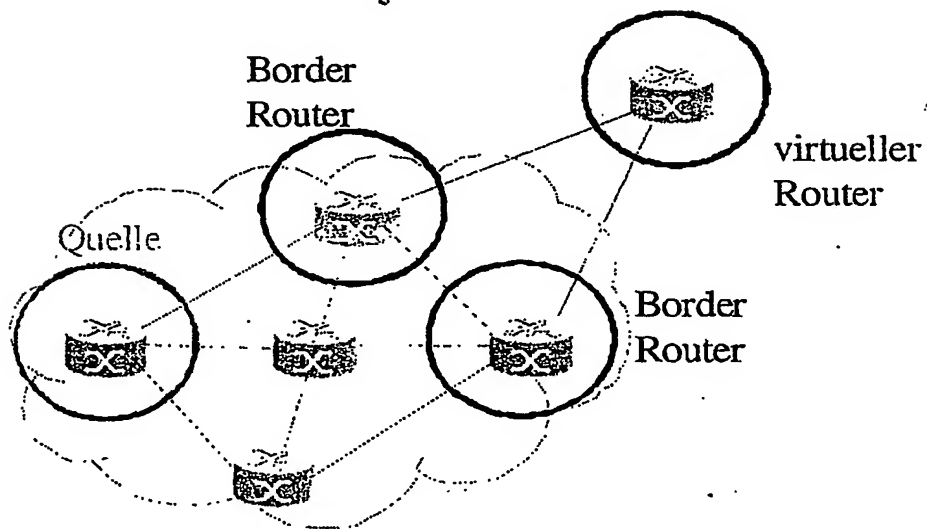


Fig. 8

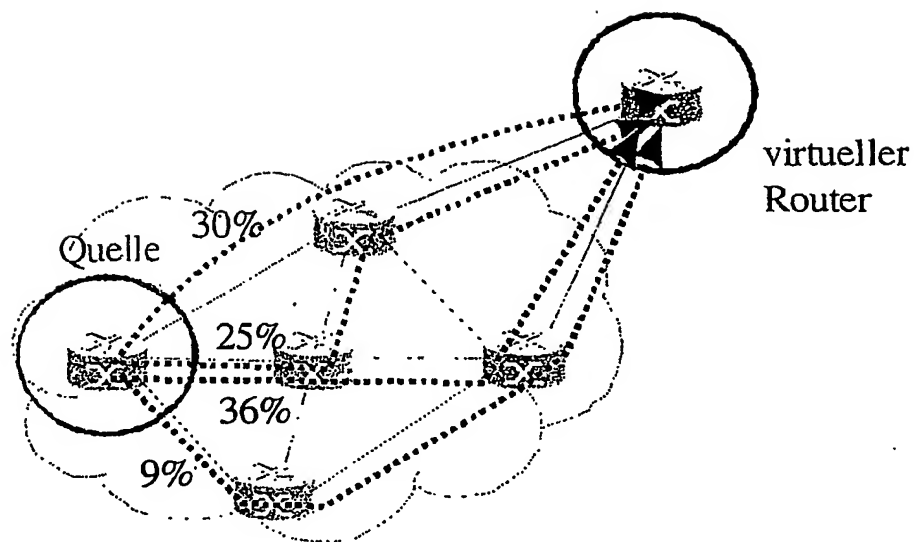


Fig. 3

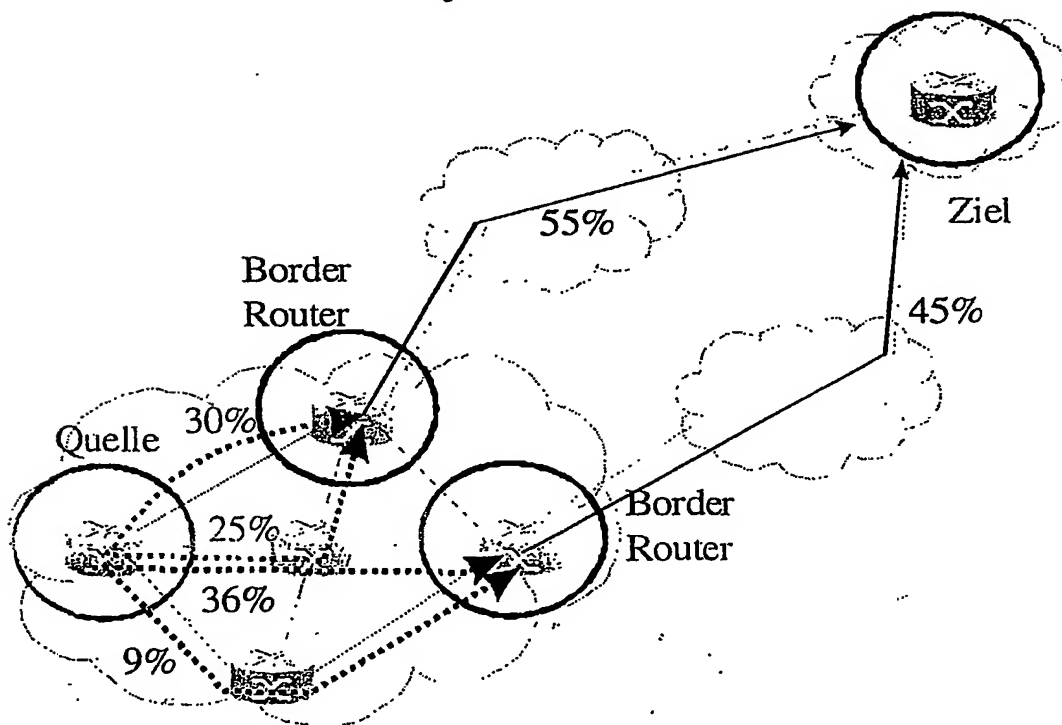


Fig. 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.